



GREAT LAKES FACT SHEET

Stormwater detention ponds of Southern Ontario: *Are they a risk to wildlife?*

Wildlife are likely to be attracted to stormwater detention ponds. Due to concerns that wildlife using these ponds may be exposed to contamination, 15 ponds in Southern Ontario were studied in 1997 and 1998. This fact sheet describes the results of the study which a) assessed the degree to which wildlife used the ponds, b) measured the contaminant levels in sediment, water and wildlife and c) evaluated the toxicity of sediments to invertebrates and fish and the toxicity of water and sediments to frogs. The study did not examine all of the benefits and risks of urban stormwater ponds. Ongoing monitoring at stormwater detention ponds is recommended.

What is the purpose of stormwater detention ponds?

Urban stormwater, whether from rain or melting snow, flushes debris and contaminants from roads, parking lots, sidewalks, rooftops, lawns, and other surfaces. Stormwater can contain suspended solids, nutrients, bacteria, oil and grease, trace metals, and organic contaminants such as pesticides, polychlorinated biphenyls (PCBs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).

Stormwater detention ponds are designed and constructed to reduce downstream flooding and erosion by controlling the peak flow, frequency of peak flow and velocity of stormwater. These ponds are also designed to trap and settle much of the solid material carried by the stormwater as sediment, which improves water quality and helps reduce contaminant loads into rivers or lakes. Structural devices, such as oil and grit separators, may be incorporated upstream of the pond system to capture oil and larger particles. Aquatic vegetation can serve as a biological filter to retain fine sediment and the contaminants bound to this sediment.

Stormwater can contain contaminants that are toxic. While some contaminants biodegrade within the stormwater pond, others are more persistent and accumulate in the sediment.



Lesley Dunn

A typical stormwater pond

Wetlands can develop in stormwater ponds as a result of natural seeding and succession. "Constructed wetlands" are wetlands that have been built to improve downstream water quality. Combined pond and constructed wetland systems generally provide increased water storage time, allowing a greater number of the lighter particles, such as clays, to settle out of stormwater. Plants growing in the wetland further improve downstream water quality by assimilating phosphorus and nitrogen from the stormwater.

Why are there wildlife concerns about urban stormwater detention ponds?

Although stormwater ponds are designed to protect downstream areas by containing material that could create undesirable conditions for aquatic life, the accumulation of contaminants within the ponds could pose a threat to local wildlife using these facilities as habitat unless ponds are properly managed. Because stormwater detention ponds are exposed water bodies, and may be located in or near natural green spaces, wildlife is likely to be attracted and use them as habitat. Some stormwater contaminants can remain in the water column of the pond and may be toxic to wildlife living in the water. Other contaminants such as trace metals and organic compounds bind with solids that settle to the bottom of the pond as sediment. As sediment accumulates, the concentration of metal and organic

contaminants could exceed levels that have toxic effects on the organisms that live or feed in the sediment. The contaminants may also accumulate in the tissues of animals living in the water or sediment and predators that consume these animals. It is therefore necessary to clean out the ponds periodically and dispose of the sediment properly. With out some form of control, contaminants from stormwater run-off would be flushed into streams and lakes and subsequently very difficult and costly to clean up.

What have previous studies found?

In 1996, Environment Canada conducted a review of the available information on contaminants in water, sediment or biota and the number and species of wildlife that frequent stormwater ponds and associated wetlands. The review revealed that there was little information on persistent and non-persistent contaminants (e.g., mercury, lead, chromium and other trace metals and organochlorine chemicals such as PCBs) in wetlands associated with stormwater ponds (Wren et al., 1997). However, the review found studies documenting that urban stormwater run-off from roads contained persistent contaminants and that accumulation of these compounds occurred in the sediment of stormwater-receiving areas (Wren et al., 1997).

There was no information on the use of stormwater ponds by wildlife in Ontario; however, studies of three wetlands constructed for wastewater treatment in the United States found that over one hundred species of birds had utilized some of the sites, invertebrate populations had developed and plants had self-seeded the wetlands (Wren et al., 1997). Contaminant analyses of those wetlands were not performed. In a study on wetlands used to treat stormwater in California, accumulation of metals in biota did occur, however surveys to evaluate the extent of wildlife use of the wetlands were not performed (see Wren et al., 1997). Reports published since the Environment Canada review also indicated that stormwater detention ponds accumulate persistent contaminants in sediment, but wildlife surveys of these ponds are lacking (Liscko and Struger, 1995; Mayer et al., 1996; Helfield and Diamond, 1997).

Environment Canada



Mallard

Table 1. Monitoring Protocol for Stormwater Detention Ponds**Baseline Data**

- Wetland size (surface area)
- Water depth
- Inflow volume
- Expected retention time
- Inflow / outflow water quality: 3-4 times per year
- Sediment contamination: once per year
- Toxicity testing using bioassays: at minimum every five years

Level 1 Monitoring

- Continued **Baseline Data** collection
- Vegetation/habitat evaluation
- Wildlife surveys to determine biota potentially exposed to contaminants
- If warranted, contaminant analysis of biota

Level 2 Monitoring

- Intensive exposure monitoring of abiotic media (i.e., water and sediment)
- If warranted, intensive monitoring of wildlife use
- Examination of health effects on wildlife

Adapted from (Wren et al., 1997)

A monitoring protocol for stormwater detention ponds

The lack of information on stormwater pond contamination and the wildlife that use such ponds led to the development of a three-tiered monitoring protocol (Table 1). The protocol is described in a Canadian Wildlife Service Technical Report (Wren et al., 1997). The purpose of the protocol is to evaluate the level of contaminants captured in stormwater ponds, determine wildlife use of the ponds, evaluate the level of contaminants in wildlife, and determine the effects of contaminants in the pond on wildlife health. *Baseline Data* are necessary to assess if the stormwater pond is functioning properly and to determine the level of contaminants at the site. *Level 1 Monitoring* is valuable for determining if wildlife use the pond and whether they are bioaccumulating contaminants. *Level 2 Monitoring* is indicated if concentrations in sediments or water exceed sediment and water quality guidelines and wildlife health problems are suspected.

The field study

In 1997 and 1998, stormwater detention ponds at six sites in the Greater Toronto Area (GTA) and nine sites in Guelph were studied using components of the monitoring protocol described by Wren et al. (1997). Some of the ponds contained small wetlands that had developed (self-seeded) but none had received any specific habitat enhancements. The ponds ranged in age from three to 22 years, in depth from 1.0 to 1.5 metres and approximately 0.5 to 2.0 hectares in surface area. Twelve ponds were located in residential areas. GTA #1 was located in a commercial area, GTA #3 in a commercial/light industrial area and GTA #6 in a residential/commercial area. Nine of 15 sites were single ponds whereas one site in the GTA and five sites in Guelph were two-pond systems.

For each pond, a wildlife survey (birds, amphibians, fish, reptiles and mammals), sampling and analysis of water and sediment, and toxicity tests using fish and benthic organisms were conducted. Contaminant levels in the eggs of nesting red-winged blackbirds were measured from two ponds in the GTA. At four ponds in Guelph, *in-situ* bioassays of frog egg and tadpole development were also performed. This fact sheet presents a summary of the findings of the study regarding the use of these ponds by wildlife, the levels and effects on wildlife of contaminants captured in the ponds and recommendations on the need for ongoing monitoring at these sites. Further analysis and discussion are in preparation for publication in a scientific journal.

What is the wildlife use of stormwater detention ponds compared to other ponds and wetlands?

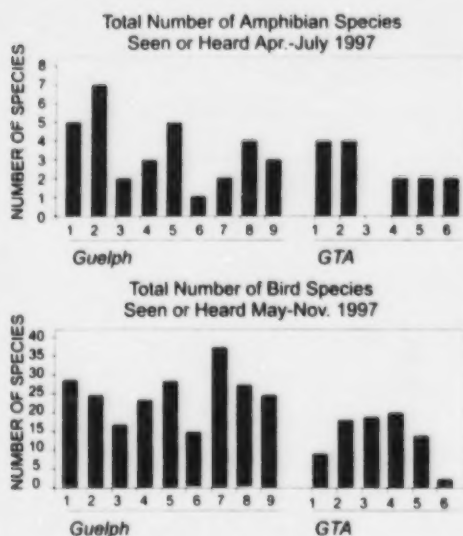
Wildlife used all of the 15 sites, even though there had not been deliberate habitat enhancement at the stormwater detention ponds surveyed.

Birds

From May to November, 1997, bird surveys were conducted in the morning (when birds are most active) for 10 to 15 minutes once or twice each week. The highest number of bird species seen feeding or nesting at a pond was 38, while less than 10 species were seen at two ponds (Fig. 1). In total, 71 species of birds were seen nesting or feeding at the stormwater ponds during the six months of surveys.

For some stormwater ponds, the number of bird species seen was comparable to other small ponds in the GTA. For example, breeding bird surveys conducted in 1998 at Chester Springs pond, a 0.25 hectare wetland in Toronto, found 28 species of birds using the site (Toronto and Region Conservation Authority, unpublished data). At another wetland where water levels are maintained to create a 3.0 hectare pond at the Kortright Centre near Toronto, 22 species are regularly found during the breeding season (D. Stuckey, pers. comm.). Seven stormwater ponds in Guelph, but none in the GTA, had more than 20 species of birds using them. Clearly, stormwater ponds can attract similar numbers of bird species as other small wetlands.

Figure 1: Wildlife Using Stormwater Ponds in Guelph and the GTA



In order to further understand the results shown in Figure 1, the Marsh Monitoring Program (MMP) protocol was used in June, 1997. This protocol, which has been applied to hundreds of ponds and wetlands in the Great Lakes basin, consisted of two ten minute surveys at each site (for methodological details see Weeber et al., 1997). During the MMP surveys, the average number of species seen was 5.7 in Guelph ponds and 1.0 in GTA ponds.

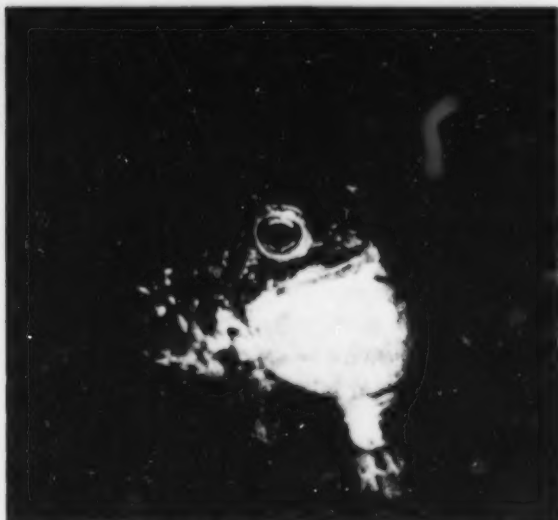
The maximum number of bird species at any one stormwater pond during the MMP surveys was eight. In contrast, MMP surveys at Chester Springs pond revealed 15 species of birds. According to MMP analysis, which rates species richness of one to seven as 'low', eight to 14 as 'medium' and 15 to 22 as 'high' (Weeber et al., 1997), all the stormwater ponds were rated low in species richness.

The apparent difference between the intensive surveys and the MMP can be attributed in part to the lower frequency and time of day of the surveys. In looking at both the intensive field surveys and the MMP results, overall bird species richness was rated low to moderate.



Nesting red-winged blackbird

Mike Hopiak / Cornell Lab of Ornithology



American toad: a common species found in stormwater ponds

Amphibians

Once or twice each week from April to July, 1997, amphibians were surveyed at night during three to five minute surveys per pond. Among all sites, seven of the nine species of amphibians that could be expected in these southern Ontario locations were found (Fig. 1). The species found were wood frog (*Rana sylvatica*), American toad (*Bufo americanus*), northern leopard frog (*Rana pipiens*), green frog (*Rana clamitans*), gray tree frog (*Hyla versicolor*), spring peeper (*Pseudacris crucifer*), and western chorus frog (*Pseudacris triseriata triseriata*). The range in species found per pond was one to seven in Guelph and zero to four in the GTA.

Although the amphibians were surveyed with higher frequency than is required for the Marsh Monitoring Program, the number of amphibians found per stormwater pond is still rated as low to moderate when compared to other MMP sites in the Great Lakes basin. Seven stormwater ponds had two or less amphibian species while eight ponds had three to seven species. The MMP rates wetlands with one to three amphibian species as 'low' in terms of species richness and those with five to eight species as 'medium' (Weeber et al., 1997). Nonetheless, some of the stormwater ponds had a diversity of species similar to other ponds in and around Toronto. At the Kortright Centre pond, nine species of amphibians have been found (D. Stuckey, pers.

comm.). In Toronto, a one hectare pond at Colonel Sam Smith Park had only two species of amphibians while the Brickworks pond (5.0 hectare) had four (Toronto and Region Conservation Authority, unpublished data).

Fish, Reptiles and Mammals

Fish were sampled with minnow traps in July, 1997. Observations of reptiles and mammals were noted during the course of the bird and amphibian surveys. Among all ponds in the study, four species of reptiles including eastern garter snake (*Thamnophis sirtalis*) and three species of turtles were found. One species of turtle was an introduced species, the red-eared slider (*Trachemys scripta*), which is commonly kept as a pet and often released into local ponds. Eight species of fish, mainly minnows, as well as white sucker (*Catostomus commersoni*), pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) and a non-native goldfish were seen or trapped among all ponds. Eight species of native mammals were observed including meadow vole (*Microtus pennsylvanicus*), raccoon (*Procyon lotor*), striped skunk (*Mephitis mephitis*), eastern cottontail rabbit (*Sylvilagus floridanus*), groundhog (*Marmota monax*), muskrat (*Ondatra zibethicus*), white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), and red fox (*Vulpes vulpes*).

Overall, for all species surveyed, stormwater ponds vary in their attraction of wildlife species, and can generally be rated as low to moderate in terms of species richness.

As pointed out in the Ontario Ministry of the Environment's manual *Stormwater Management Practices* (OMOE, 1994), stormwater ponds should be considered treatment facilities and not a replacement for natural wetlands.

What levels of contaminants are found in stormwater ponds?

As expected, since stormwater ponds are designed to trap sediments, contaminants were found in all of the sites. These were generally at low levels; however, concentrations of some persistent contaminants in sediment and water from 14 of 15 ponds exceeded the Ontario and Canadian guidelines for sediment and water quality.

Sediment

In 1997, four or more surficial sediment samples were collected along a transect through an area of deep sediment in each pond. The samples were pooled together from each pond for a composite sediment sample of approximately 15 liters. GTA ponds were sampled in July and Guelph ponds were sampled in September. Each sample was thoroughly mixed and 0.5 liters was sub-sampled and analysed for trace metals, PCBs, PAHs, organochlorine pesticides, total organic carbon, nutrients, and oil and grease. The remainder of each sediment sample was used in short-term bioassays with fish and benthic invertebrates.

Sediments from 14 of 15 ponds contained concentrations of at least one contaminant that exceeded the 'Lowest Effects Level' (LEL) of the *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment in Ontario* (Persaud et al., 1992) (Fig. 2). Sediments from some ponds showed multiple cases of concentrations that exceeded provincial guidelines (Fig. 2). Total PCBs in sediments ranged from non-detectable

(below 500 ng/g) to 789 ng/g (parts per billion) (Figs. 2 and 3). The concentrations of organochlorine pesticides in sediment were relatively lower ranging from non-detectable to 5.75 ng/g.

Most pond sediments showed contaminant concentrations exceeding provincial sediment quality guidelines at the LEL for chromium, zinc and copper (Fig. 2). For PAHs and lead, concentrations in sediments exceeded the provincial LEL in six and seven ponds respectively (Fig. 2). The LEL is the sediment concentration which can be tolerated by most benthic species but sensitive species will not thrive. However, while cadmium, copper, lead and zinc were twice the LEL at some Guelph sites, only copper and zinc occurred at concentrations above those typically found in Great Lakes sediments (Persaud et al., 1992). Sediments at one site (GTA #3) exceeded the provincial guideline at the 'Severe Effect Level' (SEL) for chromium (Fig. 2). Exceeding the SEL likely affects the health of and has the potential to be acutely toxic to most benthic organisms.

Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life

The goal of these guidelines is the protection and maintenance of all forms of aquatic life and all aquatic life stages in the freshwater environment.

These guidelines can be found on the World Wide Web at: <http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/water.htm>.

Information on ordering the guidelines is available at: <http://www.ccme.ca/ccme/pdfs/cat-eng.pdf>.

Provincial Water Quality Objectives

For certain substances, the Provincial Water Quality Objectives are more stringent than the Canadian Water Quality Guidelines.

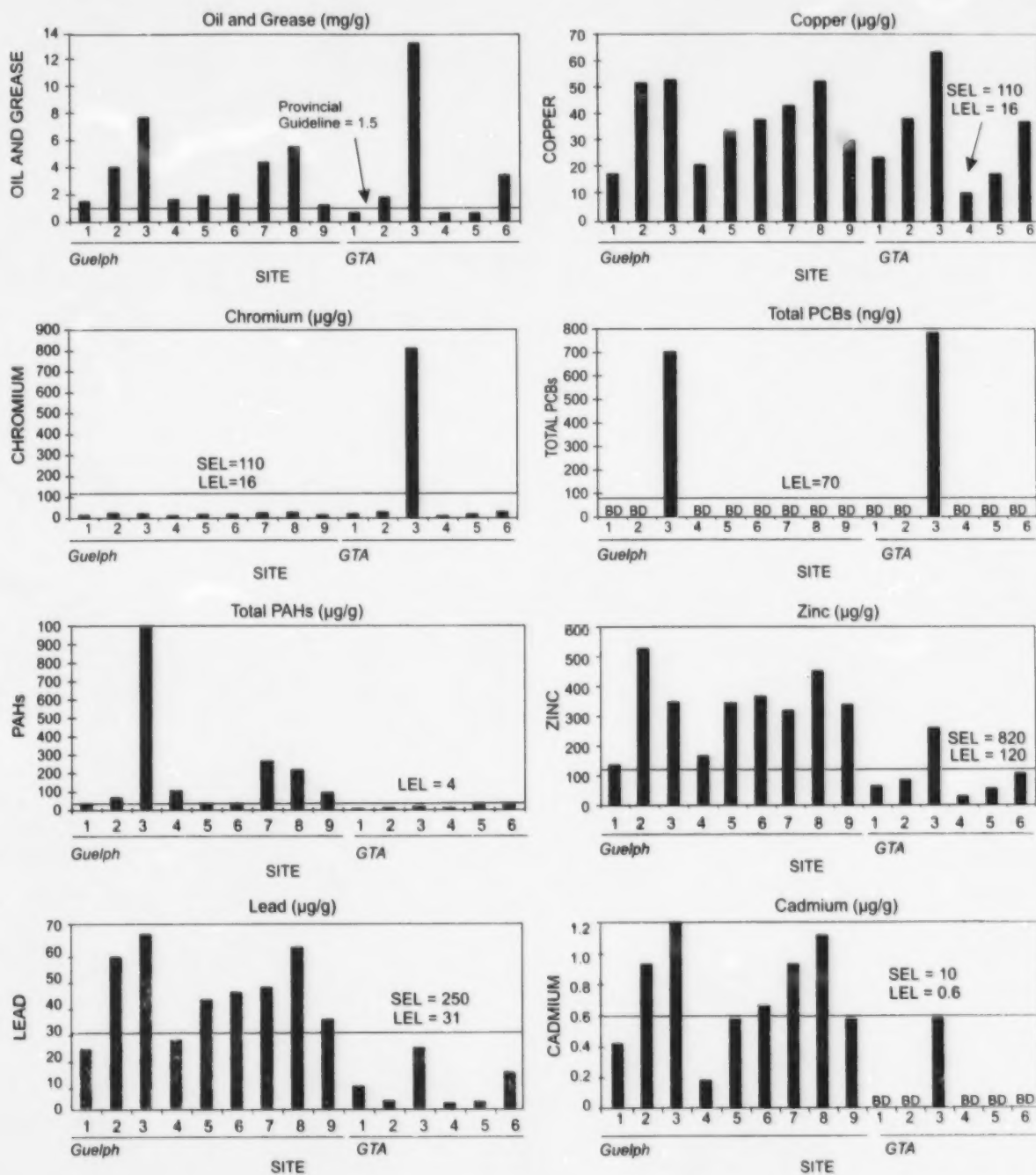
These guidelines can be found on the World Wide Web at: <http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/index.htm#PartWater>.

Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment in Ontario

The Lowest Effect Level (LEL) indicates clean to marginally polluted sediment quality, which can be tolerated by most benthic species. Exceedences of the LEL may require further testing (including laboratory bioassays to confirm the effect) and a management plan. The Severe Effect Level (SEL) indicates heavily polluted sediment that is likely to affect the health of most benthic animals and may be acutely toxic.

These guidelines can be found on the World Wide Web at: <http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/index.htm#PartWater>.

Figure 2: Contaminant Concentrations in Sediments from Stormwater Ponds in Guelph and the GTA (1997)



Provincial Sediment Quality Guidelines:
 LEL = Lowest Effect Level
 SEL = Severe Effect Level
 BD = Below Method Detection Limit:
 Total PCBs = 500 ng/g, Cadmium = 0.111 µg/g

All sites contained concentrations of oil and grease which were in the part per thousand range. The provincial guideline is 1.5 mg/g (parts per thousand) for oil and grease in sediment. The concentrations found in the sediments of most stormwater ponds in this study are considered to be high. For example, among three stormwater detention ponds sampled in the GTA in the 1990s, concentrations of oil and grease ranged from 3.5 µg/g (parts per million) to 3.9 mg/g (Greenland Engineering Group, 1998). Nine of 15 ponds sampled in this study contained oil and grease concentrations in sediment between 1.0 and 2.5 mg/g and the remaining six sites contained concentrations of 4.0 to 13.0 mg/g (Fig. 2).

Water

Water samples were collected using a hand-held sub-surface grab sampler. Water samples were analysed for trace metals, chloride, and nitrogen and phosphorus compounds. Samples were collected bi-weekly from May to August, 1997 and monthly until December, 1997. The average concentration of some compounds in water exceeded the *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life* (CCME, 1999) (Fig. 4). Most notably, at five of 15 sites, copper levels in water exceeded the guideline (Fig. 4). Guidelines were also exceeded by average water concentrations for lead and zinc at three sites and possibly for chromium at two sites (Fig. 4). Levels of chlorides increased in the ponds during the winter, probably due to road-salting. Concentrations of phosphorus and nitrates increased in the ponds in the spring and autumn months, likely due to fertilizer use in residential areas surrounding the ponds.

Overall, a number of water quality parameters exceeded guidelines for the protection of aquatic life in the freshwater environment. The concentrations found in this study were fairly typical of urban stormwater quality (Makepeace et al., 1995).

Red-winged blackbird eggs

Red-winged blackbirds (*Agelaius phoeniceus*) nested at two of the GTA ponds. Two to three eggs per nest were collected at these sites for measurement of organochlorine contaminants. In figure 3, these results are compared to levels in eggs previously sampled elsewhere (Bishop et al., 1995). Concentrations from the stormwater pond sites were 260 and 1130 ng/g pp'DDE, a breakdown product of DDT. Concentrations of total PCBs were 300 and 670 ng/g. Some variation

among sites can be seen, although statistical conclusions cannot be made due to the small number of nests sampled. Eggs from the GTA ponds were more contaminated than those from Wye Marsh, Georgian Bay which receives no industrial and little agricultural contamination. In addition, eggs from GTA #3 were more contaminated with pp'DDE and PCBs than eggs from a large urban wetland, Coote's Paradise, in Hamilton Harbour, an Area of Concern identified under the Great Lakes Water Quality Agreement. Eggs from GTA #2 were slightly more contaminated with PCBs than eggs from Coote's Paradise whereas pp'DDE concentrations were lower than those from Coote's Paradise. The concentrations found in this study were of an order of magnitude lower than those known to cause health problems in songbirds (Jefferies, 1971; Elliott et al., 1994; Custer, et al., 1998; Bishop et al., 1999).

Other studies have shown that contaminants in chicks and eggs of migratory insect-eating songbirds, such as red-winged blackbirds and tree swallows (*Tachycineta bicolor*), are generally derived from sediments close to their nests (Shaw, 1984; Elliott et al., 1994; Bishop et al., 1995, 1999; Custer et al., 1998). After arrival at their nest site, birds feed intensively in a very small area in order to build up sufficient fat for egg production. In urban areas stormwater ponds may provide a major food source for these birds. Compounds such as pp'DDE and PCBs in the eggs come from the diet of emergent aquatic insects (Orians, 1980) which have most likely emerged from the stormwater pond sediments. Even when sediment contaminant levels are extremely low, pp'DDE and PCBs can accumulate in songbird eggs to detectable concentrations (Bishop et al., 1995).

Figure 3: pp'DDE and PCBs in Sediment and Eggs of Red-winged Blackbirds (1997)

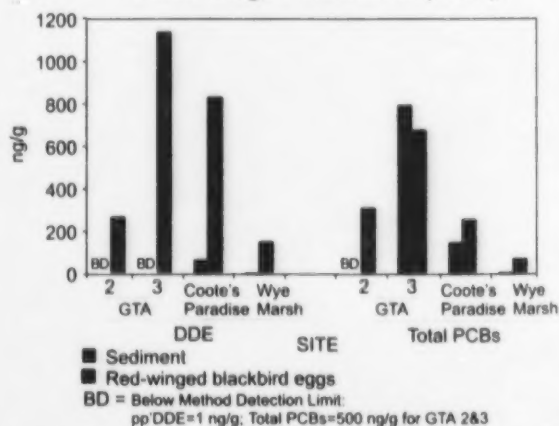
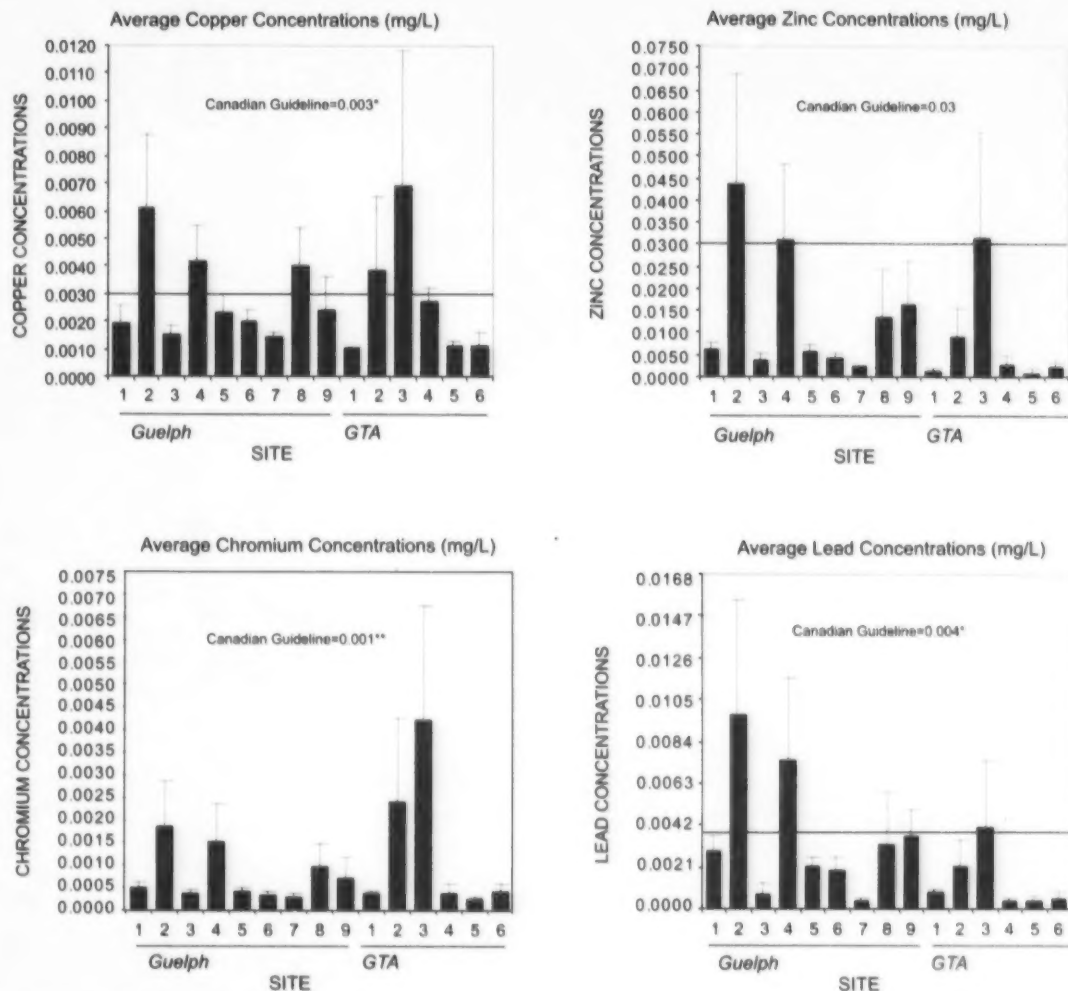


Figure 4: Mean Contaminant Concentrations in Water Samples from Stormwater Ponds in Guelph and the GTA (1997)



*Assuming water hardness of 120-180 mg/L CaCO₃

**Guideline based on hexavalent chromium which constitutes 10-60 % of unfiltered samples

Sediment bioassays with fish and invertebrates

For each sediment sample, toxicity to three aquatic animals was determined. The test species, fathead minnow (*Pimephales promelas*), mayfly (*Hexagenia limbata*) and midge (*Chironomus tentans*) were used in short-term bioassays. Fathead minnows and mayfly larvae were exposed to sediments for 21 days and midge larvae were exposed for 10 days. Biological effects measured in the organisms were survival and growth after exposure, following standard test methods (Bedard et al., 1992). Sediment from Honey Harbour in Georgian Bay, Lake Huron, which is known to be

relatively clean from previous tests, was used as a control.

There were no statistically significant differences in survival of mayflies, midges or minnows between the Guelph sediments and sediments from Honey Harbour (Fig. 5). There was a range in mayfly and midge growth (growth in minnows was not evaluated) among sites in Guelph (Fig. 6). Growth of mayflies and midges in pond sediments was similar to or above that of Honey Harbour results. This may be influenced by the

Figure 5: Mortality of Midges and Mayflies in Bioassays from Guelph and the GTA

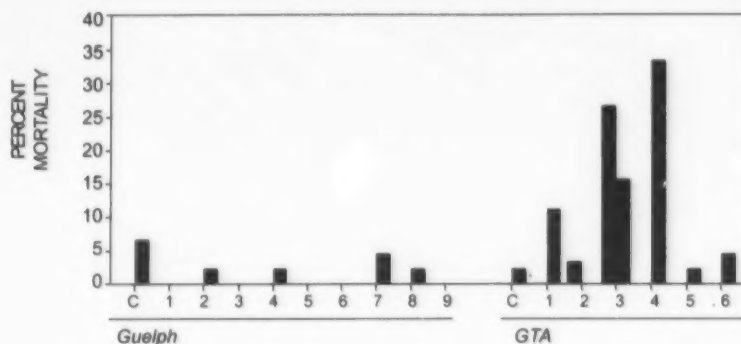
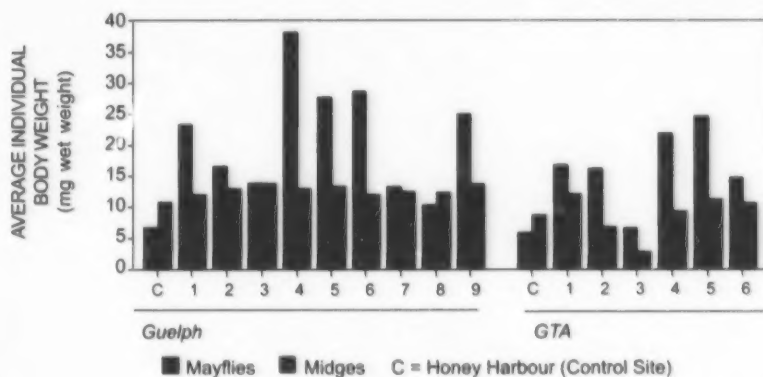


Figure 6: Average Wet Weight of Midges and Mayflies in Bioassays from Guelph and the GTA



greater availability of nutrients in the stormwater ponds and the longer storage period of the Honey Harbour sediment. Even though mayfly growth was generally greater in Guelph sediments than the control, there was a significant correlation between increasing oil and grease concentrations and reduced mayfly growth (Bedard, in prep.).

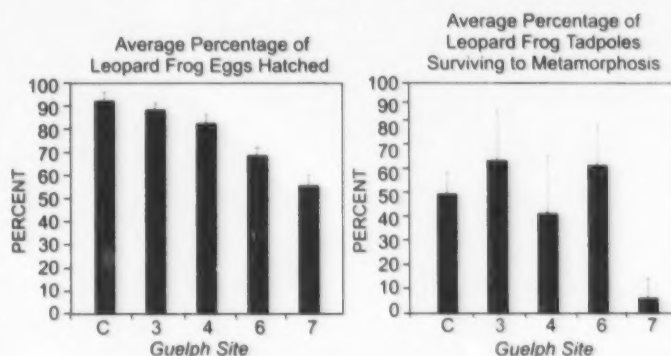
Among the GTA ponds, survivorship of minnows showed no differences in stormwater ponds compared to the Honey Harbour control sediments. Mortality of midges was elevated at GTA #4 but was not statistically higher than that in Honey Harbour (Fig. 5). There was significantly elevated mortality of mayflies at GTA #3, a pond located in a commercial/light industrial area (Fig. 5). Also, the mortality of mayflies in GTA sites was correlated with oil and grease as well as total PAH concentrations in the sediment (Bedard, in prep.).

In general, growth of mayflies and midges in GTA sediments was equal to or higher than the Honey Harbour sediments (Fig. 6). This may have been influenced by the greater availability of nutrients in the stormwater ponds and the longer storage period of the Honey Harbour sediments. However, GTA #3 showed mayfly and midge growth to be significantly lower than other GTA sites and Honey Harbour (Fig. 6). GTA #3 is the site where concentrations of chromium and oil and grease in sediment were highest among all sites (Fig. 2). While chromium concentrations in sediment were highest at GTA #3 and above the SEL, they were still below levels known to be toxic to benthic animals in other studies (USEPA, 1991; Bedard and Petro, 1997). Nonetheless, there was a significant negative trend between mayfly growth in the GTA sediments and chromium, total organic carbon and oil and grease concentrations in those sediments (Bedard, in prep.).

Bioassay of northern leopard frog eggs and tadpoles

In 1998, three northern leopard frog (*Rana pipiens*) egg masses were collected from a natural wetland in a conservation area in Guelph. Ten eggs from each egg mass were placed in each of six nylon cages per study pond. The study sites were four stormwater ponds in Guelph (sites #3, 4, 6, 7) and the natural wetland where the eggs for the experiment were collected. The hatching success and survival of tadpoles were determined for each cage. When the eggs hatched the number of tadpoles was counted. The tadpoles were fed and raised to metamorphosis in cages in each pond over a two and a half month period. Frog development at three stormwater ponds showed no statistical differences from the natural wetland (Fig. 7). The percentages of eggs and tadpoles that survived were statistically lower at one site, Guelph #7, than at all the others (Fig. 7). The percentage of eggs that hatched decreased with increasing alkalinity (pH 7.4-8.6), chlorine and sodium, and decreasing mercury in the water. The percentage of frogs surviving to metamorphosis was positively correlated with the amount of phosphorus in water, and total organic carbon in sediment.

Figure 7: Survival of Leopard Frog Eggs and Tadpoles (1998)



Findings

- Wildlife used all of the 15 stormwater detention ponds. Species richness was low to moderate.
- As expected, all stormwater ponds contained contaminants, generally at low levels. Levels of some persistent contaminants in sediment and water from the 15 stormwater detention ponds exceeded Ontario and Canadian guidelines for water and sediment quality in the freshwater environment.
- Bioaccumulation of persistent contaminants (i.e., pp'DDE and PCBs) into red-winged blackbird eggs was found at the two sites where they nested.
- Sediment from one of 15 sites, situated in a commercial / light industrial area, was toxic to invertebrates in a short-term bioassay. No sites contained sediments that were toxic to fish in short-term bioassays. Conditions were toxic to frog development at one of four residential sites.
- Stormwater ponds do not provide good quality habitat for fish and wildlife due to the potential for contamination.

Recommendations

- Pollution prevention (i.e., controlling contaminants at their source) is an effective way of reducing contaminant loads to stormwater ponds and to mitigate downstream water quality. Monitoring conditions within the stormwater pond itself may identify the need to investigate and eliminate pollutant sources.
- Stormwater pond management is recommended, including water and sediment quality monitoring. It is recommended that guideline exceedences be used to trigger decisions on follow-up action, including wildlife surveys. Quantifying wildlife use will assist in determining the need for further risk assessments or remedial actions.
- Enhancement for wildlife habitat is more ecologically viable in natural wetlands than in stormwater ponds.
- Natural wetlands should not be used to treat stormwater because they provide many ecological and economic values which can easily be degraded or lost.

References

- Bedard, D., A. Hayton, and D. Persaud. 1992. Ontario Ministry of Environment laboratory sediment biological testing protocol. Ontario Ministry of Environment, Water Resources Branch, Toronto, Ontario. 23 pp.
- Bedard, D., and S. Petro. 1997. Laboratory sediment bioassay report on St. Marys River sediments 1992 and 1995. Ontario Ministry of Environment, Standards Development Branch, ISBN 0-7778-6674-9, Toronto, Ontario. 59 pp.
- Bedard, D. in prep. Laboratory sediment bioassay report on stormwater pond sediments in Guelph and Toronto, Ontario, 1997. Draft Report in peer review. Ontario Ministry of Environment, Standards Development Branch, Toronto, Ontario. 40 pp.
- Bishop, C.A., A.A. Chek, M.D. Koster, D. Hussell, and K. Jock. 1995. Chlorinated hydrocarbons and total mercury in sediments, red-winged blackbirds and tree swallows from wetlands in the Great Lakes-St. Lawrence River basin. *Environ. Toxicol. Chem.* 14 (3):491-502.
- Bishop, C.A., N.A. Mahony, S. Trudeau, and K.E. Pettit. 1999. Reproductive and physiological responses to chlorinated hydrocarbons in tree swallows (*Tachycineta bicolor*) in Areas of Concern in the Great Lakes-St. Lawrence River basin. *Environ. Toxicol. Chem.* 18(2): 263-271.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1999. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999. CCME, Winnipeg.
- Custer, C.M., T.W. Custer, P.D. Allen, K.L. Stromborg, and M.J. Melancon. 1998. Reproduction and environmental contamination in tree swallows nesting the Fox River drainage and Green Bay, Wisconsin, USA. *Environ. Contam. Toxicol.* 17 (9): 1786-1789.
- Elliott, J.E., P.A. Martin, T.W. Arnold, and P.H. Sinclair. 1994. Organochlorines and reproductive success of birds in orchard and non-orchard areas of central British Columbia, Canada, 1990-1991. *Arch Environ Contam Toxicol* 26:435-443.
- Greenland Engineering Group. 1998. Storm water sediment management study. Appendix B1. Toronto, Ontario. pp. 1-4.
- Helfield, J.M., and M.L. Diamond. 1997. Use of constructed wetlands for urban stream restoration: a critical analysis. *Environ. Management* 21 (3): 329-341.
- Jefferies D.J. 1971. Some sublethal effects of pp'DDT and its metabolite pp'DDE on breeding passerine birds. *Overdruk uit: Mededelingen fakulteit Landbouw-Wetenschappen Gent.* 36 (1): 34-42.
- Lisco, Z.J., and J. Struger. 1995. Trace metals contamination of urban streams and stormwater detention ponds. Chapter 17 In: *Advances in Modeling the Management of Stormwater Impacts*. Ed. W. James. Ann Arbor Press, Chelsea, MI. pp. 269-277.
- Makepeace, D.K., D.W. Smith and S.J. Stanley. 1995. Urban stormwater quality: Summary of contaminant data. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*: 25(2):93-139.
- Mayer, T., J. Marsalek, and E. Delos Reyes. 1996. Nutrients and metal contaminants status of urban stormwater ponds. *Lake and Reserv. Manage.* 12(3): 348-363.
- Ontario Ministry of the Environment. 1994. Stormwater management practices. Queen's Printer for Ontario, Toronto, Ontario. 177 pp.
- Orians, G.H. 1980. Some adaptations of marsh-nesting blackbirds. Princeton University Press, Princeton, NJ. 295 pp.
- Persaud, D., R. Jaagumagi, and A. Hayton. 1992. Guidelines for the protection and management of aquatic sediment in Ontario. Water Resources Branch, Ontario Ministry of Environment. Queen's Printer for Ontario, Toronto, Ontario, Canada. 23 pp.
- Shaw G.G. 1984. Organochlorine pesticide and PCB residues in eggs and nestlings of tree swallows, *Tachycineta bicolor*, in Central Alberta. *Can Field-Nat* 98:258-260.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1991. Remedial investigations report for the Cannelton Industries superfund site. RI report. Washington, DC. 22 pp.
- Weeber, R.C., A.A. Chabot, J.D. McCracken, C.D., Francis, and K.E. Jones. 1997. Marsh monitoring program Vol. 1: 1995-1996 technical report. Long Point Bird Observatory, Port Rowan, Ontario. 133 pp.
- Wren, C.D., C.A. Bishop, D.L. Stewart, and G.C. Barrett. 1997. Wildlife and contaminants in constructed wetlands and stormwater ponds: current state of knowledge and protocols for monitoring contaminant levels and effects in wildlife. *Canadian Wildlife Service Technical Report No. 269*. Toronto, Ontario. 106 pp. Available from: Canadian Wildlife Service, 867 Lakeshore Road, P.O. Box 5050, Burlington, Ontario, L7R 4A6; email: glenn.barrett@ec.gc.ca; fax: (905) 336-6434.

Acknowledgments

We thank the Division of Engineering in the City of Vaughan, the Town of Markham, the Parks and Recreation Department of the Town of Richmond Hill, and the City of Guelph for providing access to their sites. We also thank Dan Stuckey and the Toronto and Region Conservation Authority for their cooperation and interest in this study. Support for the study was provided by Environment Canada's Great Lakes 2000 Cleanup Fund and the Environmental Conservation Branch, Ontario Region. The bird surveys were performed by David Shepherd and Anthony Lang. The fish, reptile, mammal and amphibian surveys; field bioassays on frogs and water sampling were performed by Leonard Shirose. The analyses of sediment were performed by the Water Technology International Corporation, Burlington, Ontario. Water samples were analysed by Environment Canada's National Laboratory for Environmental Testing, Burlington, Ontario. Field assistance was provided by Jeremy Rouse, Shane de Solla and Cynthia Pekarik.

Authors: C.A. Bishop, J. Struger, L. Dunn, D.R. Forder, and S. Kok

For more information please contact:

Environment Canada,
Canadian Wildlife Service,
4905 Dufferin St.,
Downsview, Ontario M3H 5T4.
Tel.: (416) 739-5829 Fax.: (416) 739-5845
Email: rose.iantorno@ec.gc.ca

This fact sheet will be available on-line in 1999 at the
Canadian Wildlife Service site on the Green Lane at
<http://www.cciw.ca/green-lane/wildlife/intro.html>.

Printed by Authority of the Minister of Environment
© Minister of Public Works and Government Services
Canada, 1999
Cat No.: En 40-222/9-1999E
ISBN: 0-662-28059-8

Aussi disponible en français.



Canada



FICHE D'INFORMATION

SUR LES GRANDS LACS

Bassins de retenue des eaux pluviales du sud de l'Ontario : un risque pour la faune?

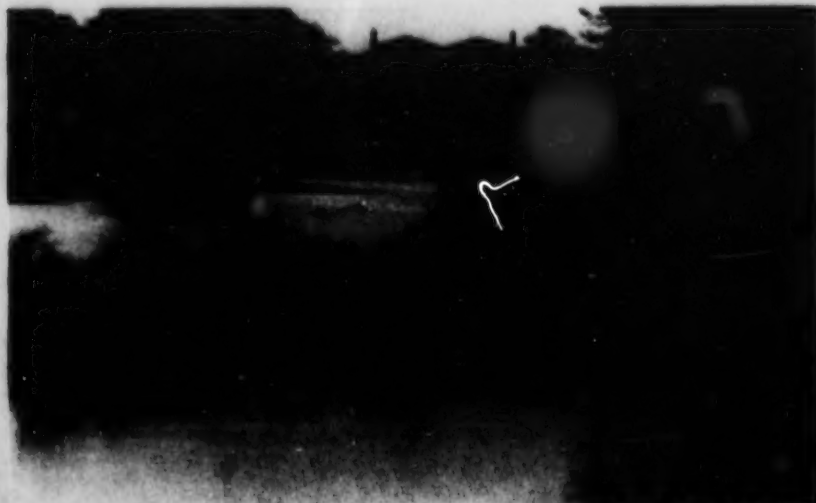
La faune est attirée par les bassins de retenue des eaux pluviales et, dans certains cas, ces bassins ont même été aménagés afin de servir d'habitat additionnel. La crainte que les animaux qui se servent de ces bassins soient exposés à la contamination a fait l'objet d'une étude de 15 bassins dans le sud de l'Ontario en 1997 et 1998. Ce feuillet d'information décrit l'étude qui a a) évalué le degré auquel la faune utilisait les bassins, b) mesuré les niveaux de contamination des sédiments, de l'eau et de la faune et c) évalué la toxicité des sédiments pour les invertébrés et les poissons et la toxicité de l'eau et des sédiments pour les grenouilles. L'étude n'a pas examiné tous les risques et les bénéfices des bassins de retenue pluviales. Une surveillance permanente de ces sites est recommandée.

Quel est le but des bassins de retenue des eaux pluviales?

Qu'elles proviennent de la pluie ou de la fonte des neiges, les eaux pluviales charrient les débris et contaminants des rues, des terrains de stationnement, des trottoirs, des toits, des pelouses et autres surfaces. Elles peuvent contenir des solides en suspension, des matières nutritives, des bactéries, des huiles et des graisses, des métaux traces, et des contaminants organiques comme des pesticides, des biphényles polychlorés (BPC), et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Les bassins de retenue des eaux pluviales sont conçus et construits pour réduire les risques d'inondation et d'érosion en contrôlant le débit de pointe, la fréquence des débits de pointe et la vitesse des eaux pluviales. Ces bassins sont également conçus pour capter et décanter la majeure partie des matières solides charriées par les eaux pluviales sous forme de sédiments, ce qui améliore la qualité de l'eau et permet de réduire la charge en contaminants dans les cours d'eau et les lacs. On peut incorporer des dispositifs mécaniques, comme des dessableurs-dégraisseurs, en amont du réseau de bassins afin de capter les huiles et les grosses particules. La végétation aquatique peut servir de filtre biologique qui retient les sédiments et les contaminants liés à ces sédiments.

Les eaux usées peuvent contenir des contaminants toxiques. Bien que certains contaminants se dégradent biologiquement dans le bassin de retenue, d'autres sont plus persistants et s'accumulent dans les sédiments.



Lesley Dunn

Modèle type d'eaux pluviales

Les milieux humides peuvent devenir des bassins pour eaux pluviales sous l'effet de l'ensemencement naturel et de la succession végétale. Les "marais artificiels" sont des milieux humides qui ont été construits afin d'améliorer la qualité de l'eau en aval. Les réseaux combinés de bassins et de marais artificiels permettent habituellement d'augmenter le temps de séjour de l'eau, ce qui assure la décantation d'un plus grand nombre de particules légères, comme les argiles. Les plantes qui poussent dans ces milieux humides améliorent la qualité de l'eau en aval en assimilant le phosphore et l'azote contenus dans les eaux pluviales.

En quoi les bassins de retenue des eaux pluviales urbaines peuvent-ils représenter un risque pour la faune?

Alors que les bassins de retenue des eaux pluviales sont conçus pour protéger les zones en aval en confinant les matières qui pourraient nuire à la faune aquatique, l'accumulation de contaminants pourrait présenter un danger pour la faune locale qui se sert de ces installations comme habitat, à moins que les bassins ne soient convenablement gérés. Les animaux sont attirés par les bassins de retenue des eaux pluviales étant donné que ce sont des plans d'eau exposés qui peuvent se trouver dans ou près des espaces verts naturels. Les contaminants contenus dans les eaux pluviales peuvent demeurer dans la colonne d'eau du bassin et être toxiques pour les animaux qui y vivent. D'autres contaminants comme les métaux traces et les composés organiques se fixent aux matières solides qui se déposent au fond du bassin sous forme de sédiments. Si on laisse les sédiments s'accumuler, la concentration des contaminants métalliques et organiques pourrait dépasser les teneurs

qui ont des effets toxiques sur les organismes qui vivent dans les sédiments ou qui s'en nourrissent. Les contaminants peuvent également s'accumuler dans les tissus des animaux qui vivent dans l'eau ou les sédiments, et les prédateurs qui s'en nourrissent peuvent également devenir contaminés. Il faut donc que ces bassins soient nettoyés périodiquement et que les sédiments soient éliminés de façon appropriée. Faute d'un certain contrôle, les sédiments contaminés provenant du ruissellement des eaux pluviales seraient rejetés dans les cours d'eau et les lacs, qu'il serait ensuite très difficile et très coûteux de dépolluer.

Qu'ont révélé les études précédentes?

En 1996, Environnement Canada a révisé les renseignements disponibles sur les contaminants dans l'eau, les sédiments ou le biote et sur le nombre et les espèces d'animaux qui fréquentent les bassins de retenue des eaux pluviales et les marais connexes. Cet aperçu a révélé qu'il y avait peu de renseignements sur les contaminants persistants et non persistants (ex. le mercure, le plomb, le chrome et autres métaux traces et les substances chimiques organochlorées, comme les BPC, dans les marais associés aux bassins de retenue des eaux pluviales (Wren et al., 1997). Il a toutefois permis de trouver des études indiquant que les eaux de ruissellement urbaines contiennent des contaminants persistants et que ces composés s'accumulent dans les sédiments des zones réceptrices des eaux pluviales (Wren et al., 1997).

Il n'y avait pas de renseignements sur l'utilisation par la faune des bassins de retenue des eaux pluviales en Ontario. Cependant, des études faites sur trois marais construits pour le traitement des eaux usées aux États-Unis ont révélé que plus de cent espèces d'oiseaux fréquentaient certains sites, que des populations d'invertébrés s'étaient développées et que les plantes s'étaient auto-ensemencées dans les marais (Wren et al., 1997). Aucune analyse des contaminants de ces marais n'a été faite. Une étude sur les marais utilisés pour traiter les eaux usées en Californie a révélé qu'il y avait accumulation de métaux dans le biote, mais on n'a pas fait d'étude pour évaluer l'utilisation des marais par la faune (voir Wren et al., 1997). Les rapports publiés depuis la revue d'Environnement Canada ont également indiqué que les bassins de retenue des eaux pluviales accumulent des contaminants persistants dans leurs sédiments, mais il n'y a pas d'études sur la faune de ces bassins (Liscko et Struger, 1995; Mayer et al., 1996; Helfield et Diamond, 1997).

Environnement Canada



Mallard

Tableau 1. *Un protocole de surveillance des bassins de retenue des eaux pluviales*

Données de base

- *Superficie du marais*
- *Profondeur de l'eau*
- *Volume entrant*
- *Temps de séjour prévu*
- *Qualité de l'eau entrant / sortant : 3 ou 4 fois par année*
- *Contamination des sédiments : une fois par année*
- *Essai de toxicité à l'aide de bio-essais : au moins tous les cinq ans*

Surveillance de niveau 1

- *Collecte continue des données de base*
- *Évaluation de la végétation / de l'habitat faunique*
- *Relevés de la faune pour déterminer l'exposition potentielle du biote aux contaminants*
- *Au besoin analyse des contaminants du biote*

Surveillance de niveau 2

- *Surveillance intensive de l'exposition des milieux abiotiques, c.-à-d. l'eau et les sédiments*
- *Au besoin, surveillance intensive de l'utilisation par la faune*
- *Examen des effets sur la santé de la faune*

Adapté de (Wren et al., 1997)

Un protocole de surveillance des bassins de retenue des eaux pluviales

L'absence d'information sur la contamination des bassins de retenue des eaux pluviales et sur la faune qui les utilise a donné lieu à l'élaboration d'un protocole de surveillance à trois paliers (tableau 1). Le protocole est décrit dans un rapport technique du Service canadien de la faune (Wren et al., 1997). Le but du protocole est d'évaluer les concentrations des contaminants retenus dans les bassins, de déterminer l'utilisation de ces bassins par la faune, d'évaluer le degré de contamination de la faune, et de déterminer les effets des contaminants retenus dans les bassins sur la santé de la faune. Les *données de base* sont nécessaires pour voir si le bassin de retenue des eaux pluviales fonctionne de façon appropriée et pour déterminer les concentrations de contaminants au site. La *surveillance de niveau 1* est utile pour déterminer si la faune utilise le bassin et s'il y a bioaccumulation des contaminants. La *surveillance de niveau 2* est indiquée si les concentrations dans les sédiments ou l'eau dépassent les lignes directrices pour la qualité des sédiments et de l'eau et si l'on soupçonne la présence de problèmes de santé de la faune.

L'étude sur place

En 1997 et 1998, on a fait l'étude des bassins de retenue des eaux pluviales à six sites dans la région métropolitaine de Toronto (RMT) et à neuf sites à Guelph, à l'aide du protocole de surveillance décrit par Wren et al. (1997). Certains des bassins contenaient de petits marais qui s'étaient développés (auto-ensemencement), mais aucun n'avait fait l'objet d'une amélioration spécifique de l'habitat. L'âge des bassins allait de trois à 22 ans, la profondeur, de 1,0 à 1,5 mètre, et la superficie, d'environ 0,5 à 2,0 hectares. Douze bassins se trouvaient dans des zones résidentielles. Le site RMT n° 1 se trouvait dans une zone commerciale, le site RMT n° 3 dans une zone d'activité commerciale d'industrie légère, et le site n° 6, dans une zone résidentielle commerciale. Neuf des 15 sites étaient des bassins simples, tandis qu'un site de la RMT et cinq à Guelph étaient des systèmes à bassins doubles.

Dans chacun des bassins, on a procédé à une enquête sur la faune (oiseaux, amphibiens, poissons, reptiles et mammifères), à l'échantillonnage et à l'analyse de l'eau et des sédiments, et à des essais de toxicité à l'aide de poissons et d'organismes benthiques. On a mesuré les concentrations de contaminants dans les œufs des carouges à épauettes nichant dans deux bassins dans la RMT. On a également effectué des bio-essais in-situ sur les œufs de grenouille et le développement des têtards dans quatre bassins de Guelph. Ce feuillet d'information présente un résumé des résultats de l'étude et des recommandations concernant l'utilisation de ces bassins par la faune, les degrés de contamination des bassins et leurs effets sur la faune, et la nécessité d'une surveillance permanente à ces endroits. On prépare actuellement une analyse supplémentaire et des détails additionnels pour un journal scientifique.

Quelle est l'utilisation faunique des bassins de retenue des eaux pluviales comparativement aux autres étangs et marais?

La faune utilisait les 15 sites, même s'il n'y avait pas eu d'amélioration délibérée de l'habitat dans les bassins de retenue des eaux pluviales examinés.

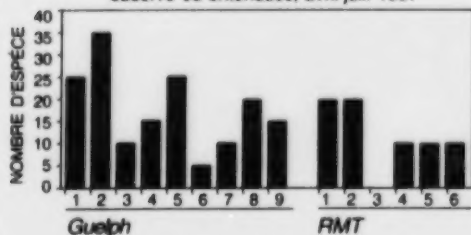
Oiseaux

On a procédé à des relevés des oiseaux, pendant 10 à 15 minutes, le matin (alors qu'ils sont le plus actifs), une ou deux fois par semaine, de mai à novembre 1997. Le plus grand nombre d'espèces qu'on a vues se nourrir ou nicher dans un bassin était 38, et on a vu moins de 10 espèces dans deux des bassins (figure 1). Au total, on a observé 71 espèces d'oiseaux qui nichaient ou se nourrissaient dans les bassins de retenue des eaux pluviales durant les six mois d'étude.

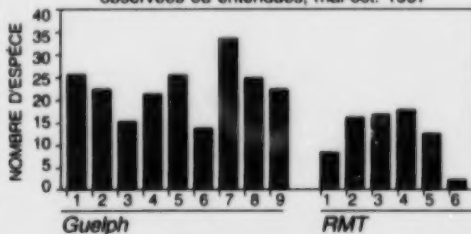
Pour certains bassins de retenue des eaux pluviales, le nombre d'espèces d'oiseaux observées était comparable aux autres petits bassins de la RMT. Par exemple, les relevés des oiseaux nicheurs faits en 1998 au bassin de Chester Springs, un marais de 0,25 hectare situé à Toronto, a révélé que 28 espèces d'oiseaux utilisaient le site (Office de protection de la nature de Toronto et de la région, données inédites). Dans un autre marais où on maintient le niveau de l'eau pour créer un étang de 3,0 hectares au Centre Kortright, près de Toronto, on trouve régulièrement 22 espèces durant la saison de nidification (D. Stuckey, comm. pers.). Sept bassins de retenue des eaux pluviales de Guelph étaient fréquentés par plus de 20 espèces d'oiseaux, mais aucun dans la RMT. Il apparaît clairement que les bassins de retenue des eaux pluviales peuvent attirer autant d'espèces d'oiseaux que les autres milieux humides.

Figure 1: Faune fréquentant les bassins de retenue de eaux pluviales à Guelph et la RMT

Nombre total d'espèces d'amphibiens observé ou entendues, avril-juil. 1997



Nombre total d'espèces d'amphibiens observées ou entendues, mai-oct. 1997



Afin de mieux comprendre les résultats de la figure 1, on a utilisé le protocole du Programme de surveillance des marais (PSM) en juin 1997. Ce protocole, qui a été appliqué à des centaines d'étangs et de marais dans le bassin des Grands Lacs, consistait en deux relevés de dix minutes à chaque site (pour les détails sur la méthode utilisée, voir Weeber et al., 1997). Durant les relevés du PSM, le nombre moyen d'espèces était de 5,7 dans les bassins de Guelph et de 1,0 dans ceux de la RMT.

Le nombre maximum d'espèces d'oiseaux dans un bassin de retenue des eaux pluviales durant les relevés du PSM était de huit. Par contre, les relevés du PSM faits dans le bassin de Chester Springs ont révélé 15 espèces d'oiseaux. D'après l'analyse du PSM, qui classe la richesse des espèces comme suit : de un à sept comme "faible", de huit à 14 comme "moyenne" et de 15 à 22 comme "élevée" (Weeber et al., 1997), tous les bassins de retenue des eaux pluviales étaient classés "faibles" quant à la richesse des espèces.

La différence apparente entre les levés intensifs et le PSM peut être attribuée en partie à la fréquence moins élevée des levées et au moment du jour. D'après les résultats des levées intensives sur le terrain et du PSM, la richesse globale des espèces d'oiseaux peut être classée faible à moyenne.



Carouge à épaulettes en cours de nidification

Mike Hopiak / Cornell Lab of Ornithology



Crabaud d'Amérique : espèce courante trouvée dans les bassins d'eaux pluviales

Amphibiens

Une ou deux fois par semaine, d'avril à juillet 1997, on a fait le relevé d'amphibiens la nuit, pendant trois à cinq minutes par bassin. Parmi tous les sites, on a repéré sept des neuf espèces d'amphibiens qu'on pouvait s'attendre à trouver dans ces endroits du sud de l'Ontario (figure 1). Les espèces observées étaient la grenouille des bois (*Rana sylvatica*), le crabaud d'Amérique (*Bufo americanus*), la grenouille léopard (*Rana pipiens*), la grenouille verte (*Rana clamitans*), la grenouille d'arbre (*Hyla versicolor*), la rainette crucifère (*Pseudacris crucifer*) et la rainette faux-criquet (*Pseudacris triseriata triseriata*). On a trouvé entre une et sept espèces par bassin à Guelph, et entre zéro et quatre dans la RMT.

Même si les amphibiens ont fait l'objet de relevés plus fréquents que ceux requis par le PSM, le nombre d'amphibiens trouvés par bassin de retenue des eaux pluviales est encore considéré comme faible à moyen lorsqu'on le compare aux autres sites du PSM dans le bassin des Grands Lacs. Sept bassins de retenue des eaux pluviales avaient deux espèces d'amphibiens ou moins, tandis que huit bassins en avaient trois à sept. Le PSM classe la richesse des espèces des milieux humides comme suit : de une à trois espèces d'amphibiens comme "faible", et de cinq à huit espèces comme "moyenne" (Weeber et al., 1997). Néanmoins, certains bassins de retenue des eaux pluviales avaient une diversité d'espèces semblable à celle d'autres bassins de Toronto et des alentours. Au bassin du Centre Kortright, on a trouvé neuf espèces

d'amphibiens (D. Stuckey, comm. pers.). À Toronto, un bassin d'un hectare au parc Colonel Sam Smith n'abritait que deux espèces d'amphibiens alors que le bassin de Brickworks (5,0 hectares) en avait quatre (Office de conservation de la nature de Toronto et de la région, données inédites).

Poissons, reptiles et mammifères

L'échantillonnage du poisson s'est fait avec des pièges à ménés en juillet 1997. Les observations de reptiles et de mammifères ont été notées durant les relevés des oiseaux et des amphibiens. Dans tous les bassins étudiés, on a trouvé quatre espèces de reptiles, dont la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*) et trois espèces de tortues. L'une des espèces de tortues était une espèce introduite, le terrapin (*Trachemys scripta*), animal domestique souvent rejeté dans les étangs locaux. Huit espèces de poissons, principalement des ménés, ainsi que le meunier noir (*Catostomus commersoni*), le crabot-soleil (*Lepomis gibbosus*) et un poisson rouge non indigène ont été vues ou capturées sur l'ensemble des bassins. On a observé huit espèces de mammifères indigènes, notamment le campagnol des champs (*Microtus pennsylvanicus*), le raton laveur (*Procyon lotor*), la mouffette rayée (*Mephitis mephitis*), le lapin à queue blanche (*Sylvilagus floridanus*), la marmotte commune (Marmota monax), le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) et le renard roux (*Vulpes vulpes*).

Dans l'ensemble, pour toutes les espèces qui ont fait l'objet d'un relevé, les bassins de retenue des eaux pluviales varient quant à leur attrait pour les espèces sauvages, et peuvent généralement être classés comme ayant une richesse des espèces "faible" à "moyenne".

Comme l'indique le manuel du ministère de l'Environnement de l'Ontario intitulé *Stormwater Management Practices* (OMOE, 1994), les bassins de retenue des eaux pluviales doivent être considérés comme des installations de traitement et non comme des substituts aux milieux humides naturels.

Quels sont les niveaux de contamination des bassins de retenue des eaux pluviales?

Comme prévu, tous les bassins de retenue des eaux pluviales examinés étaient contaminés, mais généralement à un faible degré. Cependant, les concentrations de certains contaminants persistants dans les sédiments et dans l'eau des 14 des 15 bassins dépassaient les lignes directrices ontariennes et canadiennes pour la qualité de l'eau et des sédiments.

Sédiments

En 1997, on a prélevé quatre échantillons de sédiments superficiels ou plus le long d'une ligne transversale traversant une épaisse couche de sédiments dans chaque bassin. On a réuni les échantillons de chaque bassin pour en faire un échantillon composite d'environ 15 litres. Les bassins de la RMT ont été échantillonnés en juillet, et ceux de Guelph, en septembre. On a bien mélangé chaque échantillon dont on a prélevé un sous-échantillon de 0,5 litre en vue d'en analyser les métaux traces, les BPC, les HAP, les pesticides organochlorés, le carbone organique total, les matières nutritives, et les huiles et graisses. Le reste de chaque échantillon a été utilisé pour des bio-essais à court terme sur les poissons et les invertébrés benthiques.

Dans les sédiments de 14 des 15 bassins, les concentrations d'au moins un contaminant dépassaient la "concentration minimale avec effet" (CMAE) des Lignes directrices sur la protection et la gestion des sédiments aquatiques en Ontario (Persaud et al., 1992) (figure 2). Les sédiments de certains bassins montraient des cas multiples de concentrations qui dépassaient les lignes directrices provinciales (figure 2). Les BPC totaux dans les sédiments variaient de non décelables (sous 500 ng/g) à 789 ng/g (parties par milliard) (figures 2 et 3). Les concentrations de pesticides organochlorés dans les sédiments étaient relativement faibles, allant de non décelables à 5,75 ng/g.

La plupart des sédiments des bassins montraient des concentrations dépassant les lignes directrices provinciales en matière de qualité des sédiments fixées à la CMAE pour le chrome, le zinc et le cuivre (figure 2). Pour ce qui est des HAP et du plomb, les concentrations dans les sédiments dépassaient la CMAE provinciale dans respectivement six et sept bassins (figure 2). La CMAE est la concentration de sédiments qui peut être tolérée par la plupart des espèces benthiques, mais à laquelle les espèces sensibles ne pourront prospérer. Cependant, même si les concentrations de cadmium, de cuivre, de plomb et de zinc étaient deux fois plus élevées que la CMAE dans certains sites de Guelph, seules les concentrations de cuivre et de zinc étaient supérieures à celles qu'on trouve habituellement dans les sédiments des Grands Lacs (Persaud et al., 1992). Dans un site (RMT n° 3), les sédiments dépassaient les lignes directrices provinciales de la "concentration avec effet grave" (CEG) pour le chrome (figure 2). Le fait de dépasser la CEG affecte vraisemblablement la santé et peut présenter une toxicité aiguë pour la plupart des animaux benthiques.

Tous les sites présentaient des concentrations d'huiles et de graisses de l'ordre de la partie par millier. Les lignes directrices provinciales sont de 1,5 mg/g (partie par millier) pour les huiles et les graisses dans les sédiments. Les concentrations trouvées dans les

Recommandations pour la qualité de l'eau en vue de la protection de la vie aquatique

Le but de ces recommandations est de protéger et de maintenir toutes les formes et tous les stades de vie aquatique dans le milieu dulcicole.

Ces recommandations se trouvent sur le site Web : <http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/eau.htm>.

L'information pour les commander se trouve à l'adresse : <http://www.ccme.ca/ccme/pdfs/cat-fre.pdf>.

Objectifs provinciaux de qualité de l'eau

Pour certaines substance, les Objectifs provinciaux de qualité de l'eau sont plus stricts que les Recommandations pour la qualité des eaux au Canada

Ces recommandations se trouvent sur le site Web : <http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/index-fr.htm>.

Lignes directrices sur la protection et la gestion des sédiments aquatiques en Ontario

La "concentration minimale avec effet" (CMAE) indique la qualité d'un sédiment propre à faiblement pollué, qui peut être toléré par la plupart des espèces benthiques. Les dépassements de la CMAE peuvent nécessiter la tenue d'autres essais (y compris des bio-essais en laboratoire pour confirmer l'effet) et un plan de gestion. La "concentration à effet grave" (CEG) indique les sédiments très pollués qui peuvent affecter la santé de la plupart des animaux benthiques et qui peuvent avoir une toxicité aiguë.

Ces lignes directrices se trouvent sur le site Web : <http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/index-fr.htm>.

Huiles et graisses (mg/g)

Recommendation provinciale=1.5

Cuivre (µg/g)

CEG=110
CMAE=16

Chrome (µg/g)

CEG=110
CMAE=16

BPC totaux (ng/g)

CMAE=70

HAP totaux (µg/g)

PAHs

CMAE=4

Zinc (µg/g)

CMAE=120

Plomb (µg/g)

CEG=250
CMAE=31

Cadmium (µg/g)

CEG=10
CMAE=0.6

CMAE = Concentration minimale avec effet
CEG = Concentration à effet grave
SLD = Sous la limite de détection de la méthode
BPC totaux = 500 ng/g, Cadmium = 0.111 µg/g

sédiments de certains bassins de retenue des eaux pluviales dans le cadre de cette étude sont considérées comme élevées. Par exemple, parmi trois bassins de retenue échantillonnés dans la RMT au cours des années 90, les concentrations d'huiles et de graisses variaient de 3,5 mg/g (parties par million) à 3,9 mg/g (Greenland Engineering Group, 1998). Neuf des 15 bassins échantillonnés au cours de cette étude présentaient des concentrations d'huiles et de graisses dans les sédiments de 1,0 à 2,5 mg/g, et les six autres sites des concentrations de 4,0 à 13,0 mg/g (figure 2).

Eau

On a prélevé des échantillons instantanés d'eau sous la surface à l'aide d'un échantillonneur actionné à la main. Les analyses ont porté sur les métaux traces, le chlorure, et les composés d'azote et de phosphore. Les échantillons ont été prélevés toutes les deux semaines, de mai à août 1997, et une fois par mois jusqu'en décembre 1997. La concentration moyenne de certains composés dans l'eau dépassait les Recommandations pour la qualité des eaux au Canada en vue de la protection de la vie aquatique (CCME, 1999) (figure 4). De façon plus remarquable encore, les concentrations de cuivre dans l'eau dépassaient les recommandations dans 5 des 15 sites (figure 4). Les recommandations étaient également dépassées par les concentrations moyennes de plomb et de zinc dans trois sites, et dans deux sites dans le cas du chrome (figure 4). Les teneurs en chlorures augmentaient dans les bassins en hiver, probablement à cause de l'épandage de sel dans les rues. Les concentrations de phosphore et de nitrates augmentaient dans les bassins au printemps et à l'automne, probablement à cause de l'utilisation d'engrais dans les zones résidentielles voisines des bassins.

Dans l'ensemble, plusieurs paramètres de qualité de l'eau ont outrepassé les lignes de conduite pour la protection de la vie aquatique en eau douce. Les concentrations relevées dans la présente étude étaient assez typiques de la qualité de l'eau pluviale urbaine (Makepeace et al, 1995).

Oeufs de carouge à épauettes

Des carouges à épauettes (*Agelaius phoeniceus*) nichaient dans deux des étangs de la RMT. On y a recueilli deux ou trois oeufs pour en mesurer la teneur en contaminants organochlorés. Dans la figure 3, on compare ces résultats aux niveaux relevés dans des oeufs ramassés ailleurs (Bishop et al, 1995). Les concentrations des sites des étangs alimentés par l'eau pluviale étaient de 260 et de 1130 ng/g de pp'DDE, produit de dégradation du DDT. Les concentrations de BPC étaient de 300 et de 670 ng/g. On peut observer une certaine variation suivant les sites, même si le faible nombre de nids pris en compte ne permet pas d'établir des conclusions statistiques. Les oeufs des

étangs de la RMT étaient plus contaminés que ceux du marais Wye, de la baie Georgienne, qui ne reçoit pas de contamination industrielle et peu de contamination agricole. En outre, les oeufs du site RMT n° 3 étaient plus contaminés par du pp'DDE et des BPC que les oeufs de vastes terres humides urbaines, Coote's Paradise, dans le port de Hamilton, secteur préoccupant défini en vertu de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Les oeufs du site RMT n° 2 étaient un peu plus contaminés en BPC que ceux de Coote's Paradise, alors que leurs concentrations en pp'DDE étaient inférieures à celles des oeufs de Coote's Paradise. Les concentrations relevées dans la présente étude étaient dix fois inférieures à celles qui causent, comme on le sait, des problèmes de santé chez les oiseaux chanteurs (Jefferies, 1971; Elliott et al, 1994; Custer et al, 1998; Bishop et al, 1999).

D'autres études ont révélé que les contaminants présents chez les oisillons et dans les oeufs des oiseaux chanteurs insectivores migrateurs, comme les carouges à épauettes et les hirondelles bicolors (*Tachycineta bicolor*), proviennent généralement de sédiments proches de leurs nids (Shaw, 1984; Elliot et al, 1994; Bishop et al, 1995, 1999; Custer et al, 1998). Après leur arrivée au site de nidification, les oiseaux se nourrissent abondamment dans une très petite zone afin d'accumuler assez de graisse pour la production d'oeufs. Dans les zones urbaines, les étangs d'eaux pluviales peuvent offrir une grande source d'aliments à ces oiseaux. Des composés comme le pp'DDE et les BPC dans les oeufs ont pour origine l'alimentation des insectes aquatiques (Orlans, 1980) qui ont fort probablement émergé des sédiments des étangs d'eau pluviale. Même quand les niveaux des contaminants des sédiments est très faible, les pp'DDE et BPC peuvent s'accumuler à des concentrations décelables dans les oeufs des oiseaux chanteurs (Bishop et al, 1995).

Figure 3 : pp'DDE et BPC dans les sédiments et dans les oeufs de carouge à épauettes (1997)

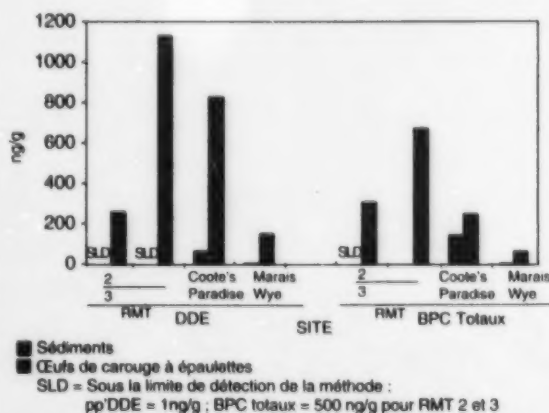
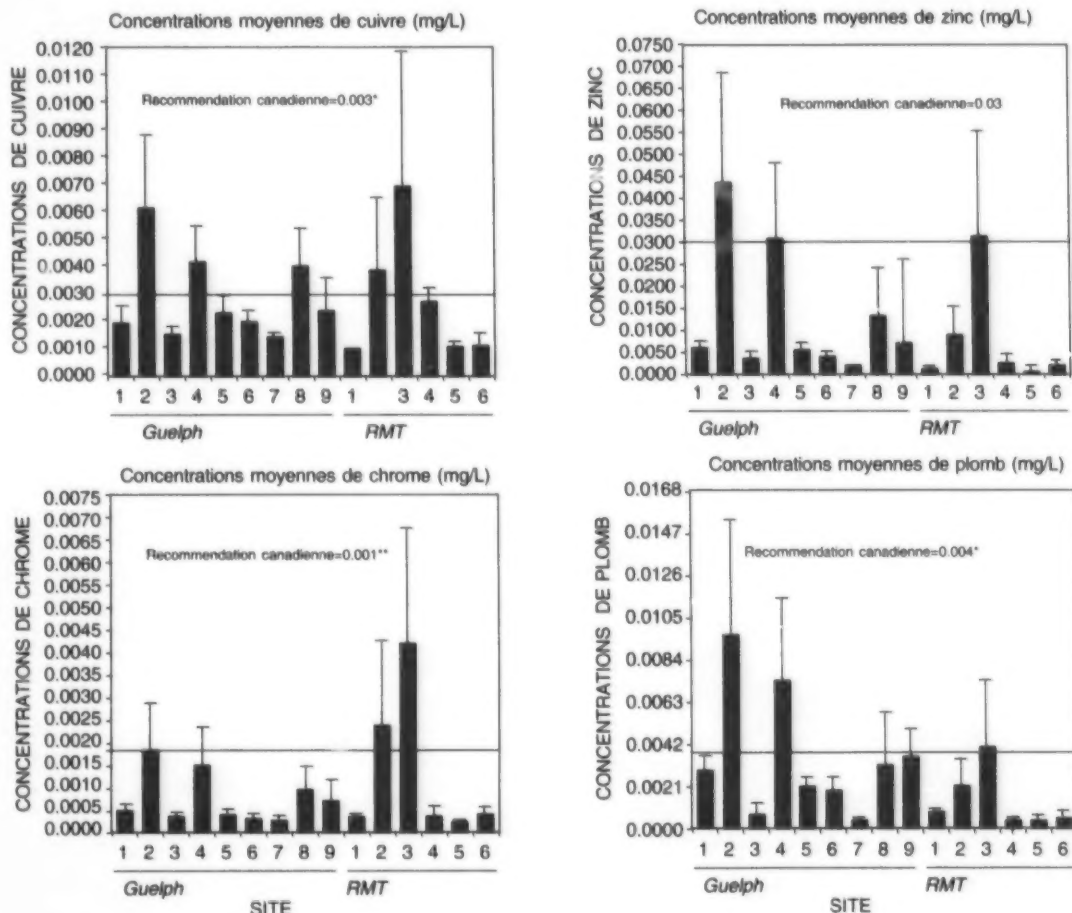


Figure 4 : Concentrations moyennes de contaminants dans les échantillons d'eau des bassins de retenue des eaux pluviales de Guelph et de la RMT (1997)



*En supposant une dureté de l'eau de 120-180 mg/L CaCO₃

**Ligne directrice basée sur le chrome hexavalent, qui constitue 10 à 60 % des échantillons non filtrés.

Bio-essais des sédiments avec des poissons et des invertébrés

On a déterminé la toxicité de chaque échantillon de sédiments pour trois animaux aquatiques. Trois espèces, la tête-de-boule (*Pimephales promelas*), l'éphémère commune (*Hexagenia limbata*) et le moucheron (*Chironomus tentans*), ont été utilisées pour des bio-essais à court terme. Les têtes-de-boules et les larves d'éphémères ont été exposées aux sédiments pendant 21 jours et les larves de moucheron, pendant 10 jours. Les effets biologiques mesurés chez ces organismes à l'aide de méthodes d'essai standard étaient la survie et la croissance après l'exposition (Bedard et al., en prép.). Les sédiments de Honey Harbour, dans la baie Georgienne (lac Huron), reconnus comme relativement propres lors d'essais précédents, ont été utilisés comme témoin.

Il n'y avait pas de différence statistiquement significative au niveau de la survie des éphémères, des moucheron ou des têtes-de-boules entre les sédiments de Guelph et ceux de Honey Harbour (figure 5). On notait une différence au niveau de la croissance des éphémères et des moucheron (la croissance des têtes-de-boules n'a pas été évaluée) entre les sites de Guelph (figure 6). La croissance des éphémères et des moucheron dans les sédiments des bassins était semblable ou supérieure à celle des résultats de Honey Harbour.

Figure 5 : Mortalité des moucheron et des éphémères lors des bio-essais à Guelph et à la RMT

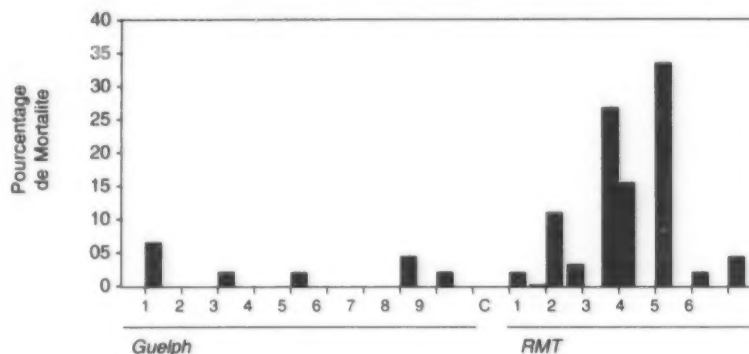
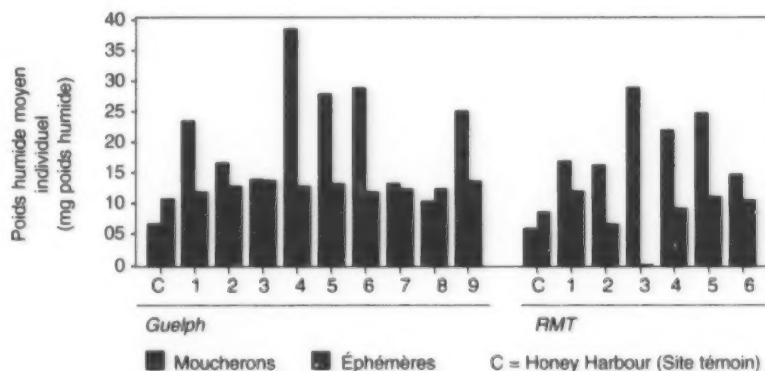


Figure 6 : Poids humide moyen des moucheron et des éphémères lors des bio-essais à Guelph et à la RMT



Cela est probablement dû à la plus grande quantité de matières nutritives disponibles dans les bassins de retenue des eaux pluviales et à la plus longue période de conservation des sédiments de Honey Harbour. Même si la croissance des éphémères était habituellement plus forte dans les sédiments de Guelph que dans le milieu témoin, il y avait une corrélation significative entre l'augmentation des concentrations d'huiles et de graisses et la réduction de croissance des éphémères (Bedard et al., en prép.).

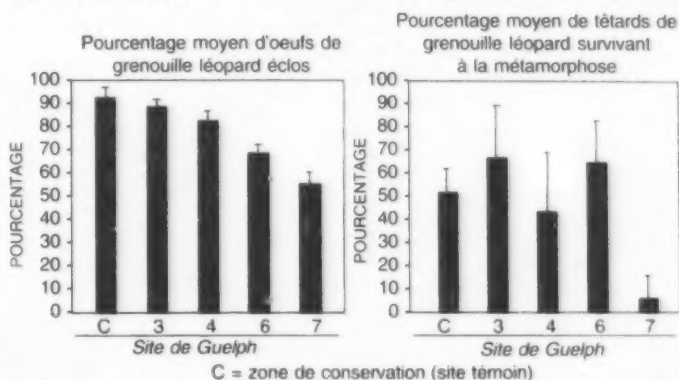
Dans la RMT, la survie des têtes-de-boules ne montrait aucune différence entre les bassins de retenue des eaux pluviales et les sédiments témoins de Honey Harbour. La mortalité des éphémères était élevée au site n° 4 de la RMT, mais elle n'était pas statistiquement supérieure à celle de Honey Harbour (figure 5). On notait une mortalité sensiblement élevée des éphémères au site n° 3 de la RMT, un bassin situé dans une zone d'activité commerciale et d'industrie légère (figure 5). Également, la mortalité des éphémères dans les sites de la RMT montrait une corrélation avec les concentrations d'huiles et de graisses ainsi qu'avec les concentrations de HAP totaux dans les sédiments (Bedard et al., en prép.).

En général, la croissance des éphémères et des moucheron dans les sédiments de la RMT était égale ou supérieure à celle de Honey Harbour (figure 6). Cela est probablement dû à la plus grande quantité de matières nutritives disponibles dans les bassins de retenue des eaux pluviales et à la plus longue période de conservation des sédiments de Honey Harbour. Cependant, le site n° 3 de la RMT montrait une croissance des éphémères et des moucheron sensiblement inférieure à celle des autres sites de la RMT et de Honey Harbour (figure 6). Le site n° 3 de la RMT est celui où les concentrations de chrome et d'huiles et de graisses dans les sédiments étaient les plus élevées de tous les sites (figure 2). Même si les concentrations de chrome dans les sédiments étaient les plus élevées au site n° 3 de la RMT et supérieures à la CEG, elles étaient encore inférieures aux teneurs reconnues pour être toxiques pour les animaux benthiques dans d'autres études (USEPA, 1991; Bedard et Petro, 1997). Néanmoins, il y avait une importante corrélation négative entre la croissance des éphémères dans les sédiments de la RMT et les concentrations de chrome, de carbone organique total et d'huiles et de graisses dans ces sédiments (Bedard, en prép.).

Bio-essai sur les œufs et les têtards de grenouille léopard

En 1998, on a prélevé trois masses d'œufs de grenouille léopard (*Rana pipiens*) dans un milieu humide naturel d'une zone de conservation de Guelph. Dix œufs de chaque masse ont été placés dans neuf cages en nylon installées dans chaque bassin étudié. Les sites à l'étude étaient quatre bassins de retenue des eaux pluviales situés à Guelph (sites n° 3, 4, 6, 7) et le milieu humide naturel d'où provenaient les œufs. On a déterminé le succès d'éclosion et le taux de survie des têtards dans chaque cage. On a compté le nombre de têtards lorsque les œufs ont éclos. Les têtards ont été nourris et élevés en cage jusqu'à leur métamorphose dans chaque bassin, pendant une période de deux mois et demi. Le développement des grenouilles dans les trois bassins de retenue ne montrait pas de différence statistique par rapport au milieu humide naturel (figure 7). Les pourcentages d'œufs et de têtards qui ont survécu étaient statistiquement inférieurs dans un site Guelph, n° 7, à ceux de tous les autres (figure 7). Le pourcentage des œufs qui arrivaient à éclosion diminuait inversement proportionnellement avec l'alcalinité (pH 7,4-8,6), la concentration de chlore et de sodium, et proportionnellement avec la concentration de mercure dans l'eau. On a établi une corrélation positive entre le pourcentage de grenouilles survivant à la métamorphose et la quantité de phosphore dans l'eau, ainsi que le total de carbone organique dans les sédiments.

Figure 7: Survie des œufs et des têtards de la grenouille léopard (1998)



Résultats

- La faune fréquentait les 15 bassins de retenue des eaux pluviales. La richesse des espèces était faible à modérée.
- Comme prévu, tous les bassins de retenue des eaux pluviales étaient contaminés, généralement à un faible degré. Les concentrations de certains contaminants persistants dans les sédiments et dans l'eau des 15 bassins de retenue des eaux pluviales dépassaient les lignes directrices ontariennes et canadiennes pour la qualité de l'eau et des sédiments dans le milieu dulcicole.
- On a observé une bioaccumulation des contaminants persistants (c.-à-d. le pp'DDE et les BPC) dans les œufs des oiseaux chanteurs aux deux sites où des carouges à épaulettes avaient établi leurs nids.
- Les sédiments d'un des 15 sites, situé dans une zone d'activité commerciale et d'industrie légère, se sont révélés toxiques pour les invertébrés lors d'un bio-essai à court terme. Aucun site ne contenait de sédiments qui étaient toxiques pour le poisson lors des bio-essais à court terme. Les conditions étaient toxiques pour le développement des grenouilles dans un des quatre sites résidentiels.
- Les bassins de retenue des eaux pluviales ne constituent pas de bons habitats pour la faune aquatique et terrestre en raison de la possibilité de contamination.

Recommandations

- La prévention de la pollution (c.-à-d. le contrôle des contaminants à la source) est une façon efficace de réduire les charges de contaminants dans les bassins d'eaux pluviales et d'améliorer la qualité de l'eau en aval. En outre, la surveillance des conditions prévalentes à l'intérieur du bassin de retenue peut faire ressortir la nécessité d'enquêter sur ces sources de pollution et de les éliminer.
- La gestion des bassins de retenue des eaux pluviales est recommandée; elle devrait inclure la surveillance de la qualité de l'eau et des sédiments. On recommande d'utiliser les dépassements des lignes directrices pour prendre des décisions concernant les mesures de suivi, y compris les enquêtes sur la faune. La quantification de l'utilisation par la faune nous aiderait à déterminer les besoins d'autres évaluations des risques ou de mesures correctives.
- L'amélioration de l'habitat faunique est plus viable sur le plan écologique dans les milieux humides naturels que dans les bassins de retenue des eaux pluviales.
- Les milieux humides naturels ne devraient pas être utilisés pour traiter les eaux pluviales parce qu'ils possèdent de nombreuses valeurs écologiques et économiques qui peuvent facilement être dégradées ou détruites.

Bibliographie

- Bedard, D., A. Hayton et D. Persaud, 1992. Ontario Ministry of Environment laboratory sediment biological testing protocol. Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Direction des ressources en eau, Toronto (Ontario). 23 p.
- Bedard, D. et S. Petro, 1997. Laboratory sediment bioassay report on St. Marys River sediments 1992 and 1995. Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Direction de l'élaboration des normes, ISBN 0-7778-6674-9, Toronto (Ontario). 59 p.
- Bedard, D. en prep. Laboratory sediment bioassay report on stormwater pond sediments in Guelph and Toronto, Ontario, 1997. Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Direction de l'élaboration des normes, Toronto (Ontario). 40 p.
- Bishop, C.A., A.A. Chek, M.D. Koster, D. Hussell et K. Jock, 1995. Chlorinated hydrocarbons and total mercury in sediments, red-winged blackbirds and tree swallows from wetlands in the Great Lakes-St. Lawrence River basin. *Environ. Toxicol. Chem.* 14 (3):491-502.
- Bishop, C.A., N.A. Mahony, S. Trudeau, et K.E. Pettitt, 1999. Reproductive and physiological responses to chlorinated hydrocarbons in tree swallows (*Tachycineta bicolor*) in Areas of Concern in the Great Lakes-St. Lawrence River basin. *Environ. Toxicol. Chem.* 18(2): 263-271.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). 1999. Recommandations pour la qualité des eaux au Canada en vue de la protection de la vie aquatique. Division des objectifs de qualité de l'eau, 1999. CCME, Winnipeg.
- Custer, C.M., T.W. Custer, P.D. Allen, K.L. Stromborg, et M.J. Melancon, 1998. Reproduction and environmental contamination in tree swallows nesting the Fox River drainage and Green Bay, Wisconsin, USA. *Environ. Contam. Toxicol.* 17 (9): 1786-1789.
- Elliot, J.E., P.A. Martin, T.W. Arnold, et P.H. Sinclair, 1994. Organochlorines and reproductive success of birds in orchard and non-orchard areas of central British Columbia, Canada, 1990-1991. *Arch Environ Contam. Toxicol* 26 :435-443.
- Greenland Engineering Group, 1998. Storm water sediment management study. Appendix B1. Toronto, Ontario, p. 1-4.
- Helfield, J.M. et M.L. Diamond, 1997. Use of constructed wetlands for urban stream restoration: a critical analysis. *Environ. Management* 21 (3): 329-341.
- Jefferies, D.J. 1971. Some sublethal effects of pp-DDT and its metabolite pp-DDE on breeding passerine birds. *Overdruk uit: Mededelingen fakulteit Landbouwwetenschappen Gent* 36 (1): 34-42.
- Liscko, Z.J. et J. Struger, 1995. Trace metals contamination of urban streams and stormwater detention ponds. Chapter 17 in: *Advances in Modeling the Management of Stormwater Impacts*, Ed. W. James. Ann Arbor Press, Chelsea, MI, p. 269-277.
- Makepeace, D.K., D.W. Smith et S.J. Stanley, 1995. Urban stormwater quality : Summary of contaminant data. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* : 25(2) :93-139.
- Mayer, T., J. Marselek et E. Delos Reyes, 1996. Nutrients and metal contaminants status of urban stormwater ponds. *Lake and Reserv. Manage.* 12(3): 348-363.
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario, 1994. Stormwater quality best management practices. Queen's Printer for Ontario, Toronto (Ontario). 177 p.
- Orians, G.H. 1980. Some adaptations of marsh-nesting blackbirds. Princeton University Press, Princeton, N.J. 295 p.
- Persaud, D., R. Jaagumagi et A. Hayton, 1992. Guidelines for the protection and management of aquatic sediment in Ontario. Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Direction des ressources en eau. Queens Printer for Ontario, Toronto (Ontario), Canada. 23 p.
- Shaw GG. 1984. Organochlorine pesticide and PCB residues in eggs and nestlings of tree swallows, *Tachycineta bicolor*, in Central Alberta. *Can Field-Nat* 98:258-260
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1991. Remedial investigations report for the Cannelton Industries superfund site, RI report. Washington, DC. 22 p.
- Weeber, R.C., A.A. Chabot, J.D. McCracken, C.D. Francis et K.E. Jones, 1997. Marsh monitoring program Vol. 1: 1995-1996 technical report. Long Point Bird Observatory, Port Rowan, Ontario. 133 p.
- Wren, C.D., C.A. Bishop, D.L. Stewart et G.C. Barrett, 1997. Wildlife and contaminants in constructed wetlands and stormwater ponds : current state of knowledge and protocols for monitoring contaminant level and effects in wildlife. Service canadien de la faune, Rapport technique no 269. Toronto (Ontario), 106 p. Disponible auprès du Service canadien de la faune, 867 rue Lakeshore, C.P. 5050, Burlington (Ontario), L7R 4A6; courriel : glenn.barrett@ec.gc.ca; fax : (905)336-6434.

Remerciements

Nous remercions la Division du génie civil de la municipalité de Vaughan, la ville de Markham, le Service des parcs et les loisirs de Richmond Hill, et la ville de Guelph pour l'accès à leurs sites. Nous remercions également Dan Stuckey et l'Office de conservation de la région de Toronto de leur coopération et de l'intérêt qu'ils ont montré pour cette étude. L'appui à l'étude a été fourni par le Fonds d'assainissement Grands Lacs 2000 d'Environnement Canada et la Direction de la conservation de l'environnement, Région de l'Ontario. Les relevés des oiseaux ont été faits par David Shepherd et Anthony Lang. Les relevés des poissons, des reptiles, des mammifères et des amphibiens, les bio-essais sur le terrain concernant les grenouilles et l'échantillonnage de l'eau ont été réalisés par Leonard Shirose. Les analyses des sédiments ont été effectuées par la Water Technology International Corporation de Burlington, en Ontario. Les échantillons d'eau ont été analysés par le Laboratoire national des essais environnementaux d'Environnement Canada, à Burlington (Ontario). L'assistance sur le terrain a été fournie par Jeremy Rouse, Shane de Solla et Cynthia Pekarik.

Auteurs : C.A. Bishop, J. Struger, L. Dunn, D. R. Forder, S. Kok

Pour plus d'information, prière de communiquer avec :

Environnement Canada
Service canadien de la faune
4905, rue Dufferin
Downsview (Ontario) M3H 5T4
Tél. : (416) 739-5829 Fax : (416) 739-5845
Courriel : rose.iantorno@ec.gc.ca

Ce bulletin d'information sera disponible en ligne en 1999 sur le site du Service canadien de la faune sur la Voie verte : <http://www.cciw.ca/green-lane/wildlife/intro-f.html>.

Imprimé avec l'autorisation du ministre de l'Environnement
(c) Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada, 1999
No de cat. : En40-222/9-1999F
ISBN : 0-662-28059-8

Also available in English.



Canada